ANÁLISIS DE INDICADORES DE CREATIVIDAD MEDIANTE UN EXAMEN DE PREMIO DE LA ASIGNATURA GEOMETRÍA ANALÍTICA

ANALYSIS OF CREATIVITY INDICATORS BY MEANS OF AN AWARD EXAMINATION OF ANALYTICAL GEOMETRY SUBJECT

Pedro Leonardo Rodríguez Quintana, Lucía Argüelles Cortés
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (Cuba)
perquintana@uclv.cu, largue@uclv.edu.cu

Resumen
En el proceso docente de la asignatura Geometría Analítica para estudiantes de la carrera Ciencias de la Computación, se han considerado las dimensiones de la creatividad por su importancia en la formación profesional. Los exámenes de premio de la Educación Superior Cubana constituyen instrumentos especiales para medir el potencial creativo de los estudiantes más talentosos de un grupo. El presente trabajo tiene como objetivo fundamental: analizar determinados indicadores de creatividad en la resolución de problemas durante el examen de premio de la asignatura Geometría Analítica en estudiantes de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación. En el análisis de los resultados se evidenció que el desarrollo creativo de cada estudiante es diferente, pero la asignatura potencia el desarrollo de la originalidad, la flexibilidad y la elaboración.

Palabras clave: creatividad, examen de premio, geometría analítica

Abstract
In the teaching process of Analytical Geometry for students of the Computer Science degree, the dimensions of creativity have been considered due to their importance in the professional training. The award examinations of Cuban Higher Education constitute special tools to measure the creative potential of the most talented students of a group. The main objective of this work is to analyze certain indicators of creativity in problem solving during the award examination of the subject Analytical Geometry in students of the Computer Science degree. The analysis of the results showed that the creative development of each student is different, but the subject fosters the development of originality, flexibility and elaboration.

Key words: creativity, award examination , analytical geometry

Introducción

Los exámenes de premio constituyen un instrumento para motivar a los estudiantes de la Educación Superior cubana a profundizar en los conocimientos abordados de una asignatura cursada de una manera competitiva; pues el profesor debe seleccionar un primer, un segundo y un tercer lugar entre los trabajos evaluados de excelente. Por ello, en el artículo 220 de la Resolución 2/2018 del Ministerio de Educación Superior (MES) se plantea que “los exámenes de premio constituyen una vía para elevar la calidad de los egresados que forma la educación superior”.

En el desarrollo de la asignatura Geometría Analítica, asignatura impartida para futuros egresados de la carrera de Ciencias de la Computación, los estudiantes se deben enfrentar a disímiles problemas para darles solución. Problemas que en su mayoría poseen niveles de complejidad superior a los trabajados en la enseñanza general, y que poseen en ocasiones más de un método de solución. Esto unido a que el contenido de la propia asignatura combina técnicas de la Geometría y el Álgebra elementales, exige a los estudiantes el desarrollo de la creatividad.

Aunque el artículo 222 de la Resolución 2/2018 del Ministerio de Educación Superior (MES) propone calificar los exámenes de premio atendiendo a la calidad y originalidad de los trabajos, un examen de premio de la asignatura Geometría Analítica debe considerar el nivel de creatividad alcanzado por los estudiantes.

Por esta razón el presente trabajo tiene como objetivo fundamental:

Analizar determinados indicadores de creatividad en la resolución de problemas durante el examen de premio de la asignatura Geometría Analítica en estudiantes de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Marco teórico

Muchos son los autores que han venido trabajando en el concepto de la creatividad. Pedagogos y psicólogos se han dado a la tarea de distinguir entre lo creativo y lo inspirador, entre lo creativo y lo inteligente, e incluso entre lo creativo y lo motivador.

En la investigación desarrollada por Sánchez y Ruiz se basan en el concepto enunciado por Eysenck que entiende la creatividad como:

Un estilo cognitivo, una disposición a actuar de un modo determinado en la esfera de la cognición, motivada por una particular tendencia a relacionarse con el entorno, en la que es característica la amplitud del rango de las asociaciones y la distancia afectiva de lo convencional. (Eysenck, 1995, citado en Sánchez y Ruiz, 2013, p.2)

Aunque los conceptos anteriores vinculan lo cognitivo y lo creativo, cierto es que no siempre las personas con mayor desarrollo cognitivo son las personas más creativas. Esto perfectamente lo explica Torres Pérez como sigue:

Dado que las personas con alto coeficiente de inteligencia por lo general pueden detectar con facilidad el algoritmo o principio de funcionamiento de algo, sin embargo, el sujeto creativo es el que quizás tenga esa gran facilidad para captar esos principios, por cuanto genera otros mecanismos. Los test de inteligencia se apoyan en el principio que para cada pregunta hay una sola respuesta correcta, mientras que la creatividad se basa en el criterio de que para cada pregunta o problema existe más de una solución. (Torres Pérez, 2008, p.18).

Por otra parte, Manuela Romo destaca el rasgo personológico de la creatividad cuando plantea que:

Aunque soy de los que conciben la creatividad como una forma de pensar, sin embargo, los procesos de pensamiento, por sí mismos, pueden dar cuenta de una obra aislada pero lo normal es una productividad mantenida en una vida de trabajo y, eso implica, además de una forma de pensar, una forma de ser (Romo, M. citado en Alvarez, 2010, p.7).

Mitjans propone valorar la creatividad como una unidad dialéctica entre lo cognoscitivo y lo afectivo.

Ninguna actividad creadora es posible o explicable solo por elementos cognitivos o afectivos que funcionan independientemente unos de otros. Actividad creadora es la de un sujeto que, precisamente, en el acto creador, expresa sus potencialidades de carácter cognitivo y afectivo en unidad indisoluble. Y es precisamente esa unidad condición indispensable para el proceso creativo. (Mitjáns, 1994, citado en Armada Arteaga, 2016, pp.86-87).

Más adelante la misma autora plantea que:

En el descubrimiento de un problema, en el hallazgo de una nueva estrategia de solución, en la elaboración de una novedosa teoría, están presentes y son decisivos procesos intelectuales complejos, donde el pensamiento juega un rol fundamental, pero a su vez, esos procesos intelectuales no funcionan con independencia de la esfera motivacional del sujeto, aún más operan allí donde la motivación del sujeto está comprometida, en el área donde el sujeto ha desarrollado sus intereses y se gratifican sus principales necesidades. El proceso creativo está pleno de vivencias emocionales, ya sea de carácter positivo o negativo. Estas vivencias son indicadores de la significación que en el plano afectivo tiene para el sujeto su actividad creadora, no constituyendo un simple resultado del proceso, sino parte del proceso mismo al que se integran en calidad de elementos dinamizadores. (Mitjáns, 1994, citado en Armada Arteaga, 2016, p.87).

La creatividad es un estado psicológico consustancial al ser humano, explicado esto último debido a que el hombre solo se orienta y ocupa de aquello que le resulta casual y novedoso. Pero la condición de ser creativo no solo está muy vinculado al pensamiento de un individuo o un grupo de personas, sino también a las formas de hacer.

La creatividad se concibe como una relación íntima entre la disposición de los recursos, la imaginación, la fantasía y la subjetividad de la persona, que se puede dirigir en su curso y contenido al pasado o se puede dirigir en su curso y contenido al futuro.

Según Callejo, 2003, p. 27, la creatividad en Matemática transita por varias fases: la preparación, la inspiración, la incubación y la verificación. Cada una de estas fases fue enunciada a partir de un discurso de Heinri Poincaré sobre el asunto pronunciado en la Sociedad Psicológica de París:

La fase de preparación, larga, habla de 15 días, en la que [Poincaré] se esforzaba en demostrar una conjetura sentándose una o dos horas diarias en su mesa de trabajo y no llegaba a ningún resultado. Pero ese trabajo no fue inútil porque la inspiración se produjo a partir de las ideas que activó en esas horas en que se enfrentaba al problema. Entre los períodos de trabajo consciente, su mente siguió trabajando en el problema aunque la atención se centrase en otra cosa, es la fase de incubación. A la inspiración siguió la verificación y la redacción de los resultados. La transición de la incubación a la inspiración aparece a menudo como una nueva e inesperada forma de ver las cosas, de relacionar, de percibir el problema. (Callejo, 2003, p. 27)

Armada Arteaga, Arteaga Valdés, y Del Sol Martínez, 2016, p.87 plantean que existen 5 dimensiones de la creatividad: el proceso, la persona, el producto, el entorno y la tarea. Es lógico pensar que, si se desea un estudiante creativo, se la ha de enseñar a ser creativo incidiendo por supuesto en cada una de estas dimensiones.

Vargaz, Cárdenas, Flores, y abarca Cedeño (2014) estudiaron las relaciones que se establecen entre el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas y el desarrollo de la creatividad en estudiantes mexicanos de nivel medio superior. En este caso utilizan dos instrumentos: uno para valorar las habilidades matemáticas y el test CREA, test psicológico que mide la creatividad mediante la capacidad del sujeto para elaborar preguntas a partir de un material gráfico suministrado en 4 minutos.

Como la creatividad se puede manifestar de muy diversas maneras, las actuales investigaciones vinculadas al tema abogan por estudiar los llamados indicadores de la creatividad. En Solaz y Piquet, 2017, pp. 201-202 se enumeran algunos de los indicadores más estudiados. Dicho estudio lo realizan estos autores con la intención de ajustar cada uno de esos indicadores a sus principales manifestaciones en un examen de Matemáticas que se emplean para decidir el ingreso a la universidad en España.

A pesar de la gran diversidad de problemas matemáticos con los que se encuentra un estudiante al cursar una asignatura, no cabe dudas de su influencia en la creatividad del estudiante si el problema como dice Polya "pone a prueba la curiosidad e induce a poner en juego las facultades inventivas" (Polya, 1965, p.5).

La solución de problemas se refiere a los procesos de conducta y de pensamiento dirigidos a la ejecución de una tarea intelectualmente exigente. Sin embargo, cuando se tiene un enfoque racional para la solución de problemas, surge una tendencia a utilizar un pensamiento restrictivo, lógico y rígido, siendo que la mayor parte de los problemas que se presentan en la práctica requieren de personas creativas, originales y flexibles. (Duarte Briceño, Díaz Mohedo, Osés Bargas, 2012, p.244)

Según Callejo, 2003, p. 28, "cuando la resolución de problemas se plantea ejemplificando a los alumnos métodos o procedimientos que luego se les pide que apliquen a otros problemas semejantes propuestos por el profesor, no se favorece que desarrollen la creatividad". Es importante que el estudiante sea capaz por sí solo de obtener una vía de solución que constituya de cierta forma una novedad para el resto de los interesados.

Los problemas constituyen tareas, y como tarea al fin cumplen con las funciones creativas que propone Arteaga et al, 2016, p. 89: "detectar y formular nuevos problemas docentes, encontrar nuevos conocimientos (conceptos, leyes, relaciones, reglas), encontrar vías novedosas y originales para solucionar tareas no rutinarias o no familiares y proponer nuevas vías de solución y soluciones a problemas ya resueltos". Observar que cada una de estas funciones conlleva a que el estudiante produzca de cierta forma conocimiento nuevo, lo cual es un fuerte indicio de la presencia de creatividad en la resolución de la tarea.

Solaz y Piquet, 2017, p.202, señalan que la originalidad, la flexibilidad, la elaboración, el análisis, la síntesis, la comunicación y la redefinición son los indicadores que más inciden en la resolución de problemas matemáticos. En el presente estudio se seleccionaron los cinco primeros por ser los que mejor se apreciaban en el examen propuesto y por ser los que más se fomentan en la asignatura.

Metodología

Para abordar los objetivos del estudio se ha realizado un análisis por los indicadores seleccionados de las respuestas al Examen de Premio de la Asignatura Geometría Analítica, del primer año de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas del año 2019.

La muestra estudiada está conformada por 4 exámenes, pues solo 4 estudiantes obtuvieron la nota de Excelente (5) al cierre de la asignatura, condición indispensable para participar en el examen.

El Examen de Premio consistía en responder un cuestionario de 10 problemas en una semana, permitiéndoles a los estudiantes el empleo de medios de cómputo, libros de texto y notas de clases. Por supuesto, quedaba terminantemente prohibida cualquier manifestación de fraude.

Según se explica en los artículos 222 y 223 de la Resolución 2/2018 del MES, las instrucciones para la calificación de los exámenes consisten en lo siguiente: el profesor primeramente distingue aquellos exámenes que obtuvieron Excelente (5); luego, selecciona un primer, un segundo y un tercer premio, considerando que puede declarar desierto alguno de estos lugares.

Para cumplir con este procedimiento, el profesor consideró que para obtener 5 puntos en el examen el estudiante debía responder correctamente al menos una pregunta. Y para determinar los lugares se tendría en cuenta la cantidad y calidad de preguntas resueltas, la creatividad y la originalidad de las soluciones propuestas y la presentación de las respuestas. Estas consideraciones también se explicaron a los participantes.

El cuestionario es el siguiente:

1) Los vectores $\vec{a}, \vec{b}$ y $\vec{c}$ satisfacen la condición $\vec{a}+\vec{b}+2\vec{c}=\vec{0}$. Calcular el valor de $\lambda=\vec{a}\cdot\vec{b}+\vec{b}\cdot\vec{c}+\vec{c}\cdot\vec{a}$, si $|\vec{a}|=4$, $|\vec{b}|=3$ y $|\vec{c}|=2$.
2) Calcular la distancia del punto $P(1,-1,-2)$ a la recta $\frac{x+3}{3}=\frac{y+2}{2}=\frac{z-8}{-2}$.
3) Hallar la ecuación de la recta que pasa por el punto de intersección de las rectas $3x+y-5=0, x-2y+10=0$ y esté a la distancia $d=5\,u$ del punto $C(-1,-2)$. Resolver el problema sin calcular las coordenadas del punto de intersección de las rectas dadas.
4) Demostrar que la pendiente de la tangente a la curva $9x^2-6xy+y^2-1=0$ en un punto cualquiera de ella es $m=3$.

5) Sea la parábola: $y^2=8x$. Por el foco F se traza una recta que corta la curva en los puntos P_1 y P_2. Probar que:
$$\frac{1}{|\overrightarrow{P_1F}|}+\frac{1}{|\overrightarrow{P_2F}|}=\frac{1}{2}$$

6) En un triángulo ABC se tiene que $|AB|=c$, $|AC|=b$ y $|BC|=a$. Demostrar que la longitud de la mediana $|CM|=\frac{\sqrt{2a^2+2b^2-c^2}}{2}$.

7) Hallar la ecuación del lugar geométrico de los puntos que el producto de sus distancias a dos puntos dados $F_1(-c,0)$ y $F_2(c,0)$ es una cantidad constante, igual a a^2. Este lugar geométrico de puntos se llama óvalo de Cassini.

   Verifique que cuando $c=a$, se obtiene una lemniscatas de dos pétalos. Exprese la ecuación de esta última en coordenadas polares.
8) Represente la región plana dada por el conjunto de puntos:
   $Q=\{(x,y)\colon \sqrt{2ax-x^2}\le y\le\sqrt{2ax+x^2}, 0\le x\le 2a\}$ y exprese la variación de las coordenadas polares en Q.

9) Dado el sólido W_2, represéntelo gráficamente y exprese la variación de sus componentes esféricas.
   $W_2=\{(x,y,z)\in\Re^3\colon\ 9\le x^2+y^2\le -z^2+25\,; x\ge 0; y\ge 0; z\ge 2\}$

10) Dado el sólido W_1, represéntelo gráficamente y exprese la variación de sus componentes cartesianas.
$$W_1=\{(x,y,z)\in\Re^3 : x^2+y^2\ge 1,\ 2\le z\le 5-x^2-y^2,\quad 0\le y\le\sqrt{3}x, x\ge 0\}$$

Resultados

Antes de comenzar el análisis de los resultados, se debe aclarar que no todos los estudiantes respondieron la misma cantidad de preguntas. El Gráfico 1 representa el número de estudiantes que respondieron correctamente cada una de las preguntas. Observar que todos los participantes respondieron las preguntas 1 y 2 correctamente, y que para la pregunta 8 ningún estudiante llegó a obtener la respuesta correcta.

La originalidad es considerada como "la capacidad para producir respuestas novedosas, poco convencionales, lejos de lo establecido y de lo usual, únicas, irrepetibles y auténticas" (Solaz y Piquet, 2017, p.202).

Ante esta concepción se analizaron las respuestas a aquellos problemas que pudieran tener una solución poco convencional, entre los que destacan: los ejercicios 1, 6 y 8. Para resolver estos ejercicios el estudiante debe ser capaz de emplear métodos no tradicionales o pocos trabajados en clases.

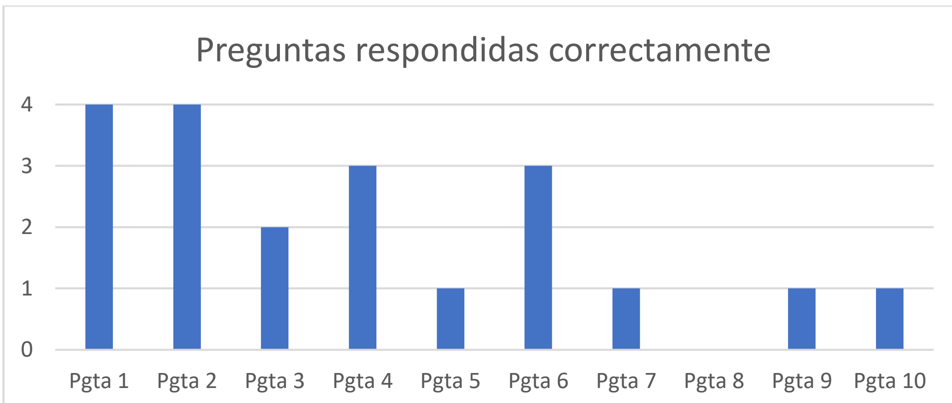

Gráfico 1: Cantidad de estudiantes que respondieron correctamente cada pregunta del cuestionario

La pregunta 1, que fue resuelta correctamente por todos los participantes, evidencia un nivel mínimo de originalidad en todos los estudiantes. Una solución elegante para el problema consistía en partir de $\vec{a}+\vec{b}+2\vec{c}=\vec{0} \Rightarrow \vec{a}+\vec{b}+\vec{c}=-\vec{c}$, y con una simple elevación al cuadrado en ambos miembros de la última igualdad, combinado con un poco de trabajo algebraico se podía llegar a obtener $\lambda=\vec{a}\cdot\vec{b}+\vec{b}\cdot\vec{c}+\vec{c}\cdot\vec{a}=-{}^{25}/_{2}$.

Tres estudiantes hicieron uso de una elevación al cuadrado que en una secuencia lógica de solución del problema no tendría sentido hacerlo, pero que les permite al final obtener resultados parciales imprescindibles para llegar al resultado final. Esto da muestras del empleo de razonamientos heurísticos para resolver el problema, elemento importante para medir la originalidad.

En el caso del cuarto estudiante, aplica resultados derivados de la interpretación geométrica de los datos del problema como son: la regla del triángulo para la suma de vectores, la ley de los cosenos y las relaciones entre los ángulos interiores de un triángulo isósceles. O sea, analiza el problema desde una perspectiva más geométrica que algebraica, evidenciándose en su solución altas dosis de flexibilidad.

Las preguntas 6 y 8 exigían los niveles más altos de originalidad en el examen. En el caso de la pregunta 6 se deseaba que los estudiantes aplicaran propiedades del álgebra vectorial que derivaran de una interpretación geométrica de los datos del problema. Por ejemplo, se debía determinar por propiedades geométricas que $\overrightarrow{CM}=$

$\frac{1}{2}\left(\overrightarrow{CB}+\overrightarrow{CA}\right)$, primeramente. Luego, al elevar al cuadrado la igualdad y sustituyendo por los respectivos datos se obtiene que: $\left|\overrightarrow{CM}\right|^2=\frac{1}{4}\left(b^2+a^2+2\overrightarrow{CB}\cdot\overrightarrow{CA}\right)$. De la igualdad $c^2=\left|\overrightarrow{AB}\right|^2=\left|\overrightarrow{CB}-\overrightarrow{CA}\right|^2$ se logra determinar que $\overrightarrow{CB}\cdot\overrightarrow{CA}=\frac{1}{2}\left(a^2+b^2-c^2\right)$, e inmediatamente se llega al resultado que se pedía. Los estudiantes que contestaron correctamente se limitaron a realizar una demostración de la Geometría Elemental.

En el caso de la pregunta 8 se exigía trabajar indistintamente con los sistemas de coordenadas cartesianas y polares, combinado con un poco de análisis sobre las curvas que conforman la región. Ningún estudiante realizó correctamente este ejercicio.
En resumen, todos los estudiantes poseen un nivel significativo de originalidad, pero el que ninguno realizara los ejercicios que exigían más originalidad muestra que es este un indicador que puede perfeccionarse.

Solaz y Piquet (2017, p.202) definen a la *flexibilidad* como:

> la capacidad de desplazarse de una idea a otra, de un contexto a otro, dando respuestas variadas, modificando y moldeando ideas, haciéndose replanteamientos, reorientaciones y transformaciones de las situaciones u objetivos originales, superando la propia rigidez. Es la capacidad de cambiar de modo de pensar y poder abordar un problema desde diferentes perspectivas.

La flexibilidad fue evaluada a partir de aquellos ejercicios que exigían un replanteamiento del problema desde otra perspectiva: los ejercicios 2, 3, 4 y 5.

Por ejemplo, para resolver el ejercicio 2 el estudiante debía de realizar construcciones geométricas en el espacio, y valorar cuál de las distintas construcciones le resulta más fácil para resolver el problema. El estudiante tuvo que replantearse la incógnita sobre la base de la construcción geométrica hecha por él. En este caso, todos los participantes lograron responder correctamente el ejercicio, mostrando un nivel significativo de flexibilidad en su pensamiento creativo.

Las construcciones más comunes realizadas por los estudiantes para resolver el ejercicio consistieron en: el vector perpendicular a la recta dada que va desde un punto contenido en la propia recta hasta el punto P o un plano que contiene a P y que sea perpendicular a la recta dada,

En el caso del ejercicio 3, es obligado, tal y como se enuncia el ejercicio, hacer un replanteamiento del problema. Aunque este problema solo fue resuelto por dos estudiantes, resulta importante destacar que uno de ellos descubre una forma general de escribir las ecuaciones de las rectas que pasan por un punto del plano determinado por la intersección de dos rectas no paralelas, mediante la combinación lineal de ambas rectas conocidas. Luego demuestra matemáticamente su hipótesis para arribar satisfactoriamente a la solución empleando la fórmula de distancia de un punto a una recta.

En el caso del otro estudiante que resolvió el problema, es menos flexible pero más original porque trata de "encubrir" el dato de que las rectas pasan por el punto $(0,5)$ haciendo alusión de que cualquier recta que pasa por ese punto es de la forma $y=mx+5, m\in\mathbb{R}$. Resulta muy creativa la manera en que obtiene la solución a partir de intersectar una circunferencia con las rectas tangentes a la misma que sean de la forma anterior, y así determinar el valor de m.

El ejercicio 4 consistía en reconocer mediante artificiosos algebraicos que la curva dada constituye la ecuación de dos rectas de pendiente 3. Fue resuelto de esta manera por 2 estudiantes de los tres que resolvieron el ejercicio. El tercero aplicó los métodos tradicionales de la determinación de las rectas tangentes en un punto: intersectar la recta con la curva, por lo que su respuesta a pesar de ser correcta no fue creativa en ese sentido.

En el caso del problema 5, que exigía un alto nivel de flexibilidad como el problema 3, solo fue resuelto por un estudiante correctamente. El estudiante se apoya de una figura de análisis, reproducida en la Figura 1, para determinar aquellos elementos que le van a hacer falta en la demostración: la recta AB directriz de la parábola cuya ecuación es $x+2=0$, el foco $F(2,0)$, A, D y B son las proyecciones ortogonales de los puntos de la parábola P_1, F , y P_2 respectivamente a la línea directriz, y el punto C es donde se intersecan la línea directriz con la recta P_1P_2.

Aplicando el Teorema de las Transversales se puede plantear que:

$$\frac{\overline{BP_2}}{\overline{CP_2}}=\frac{\overline{DF}}{\overline{CF}}=\frac{\overline{AP_1}}{\overline{CP_1}}.$$

Luego aplicando el hecho que $\overline{DF}=4\,u$, y algunas propiedades entre razones de proporcionalidad en la anterior ecuación, se logra obtener que: $\frac{1}{|\overrightarrow{P_1F}|}+\frac{1}{|\overrightarrow{P_2F}|}=\frac{1}{2}$.

La flexibilidad en la solución del problema radicaba en aplicar el Teorema de las Transversales y las relaciones algebraicas entre razones. Era imprescindible obtener resultados parciales a partir de métodos pocos trabajados del Álgebra y la Geometría elemental.

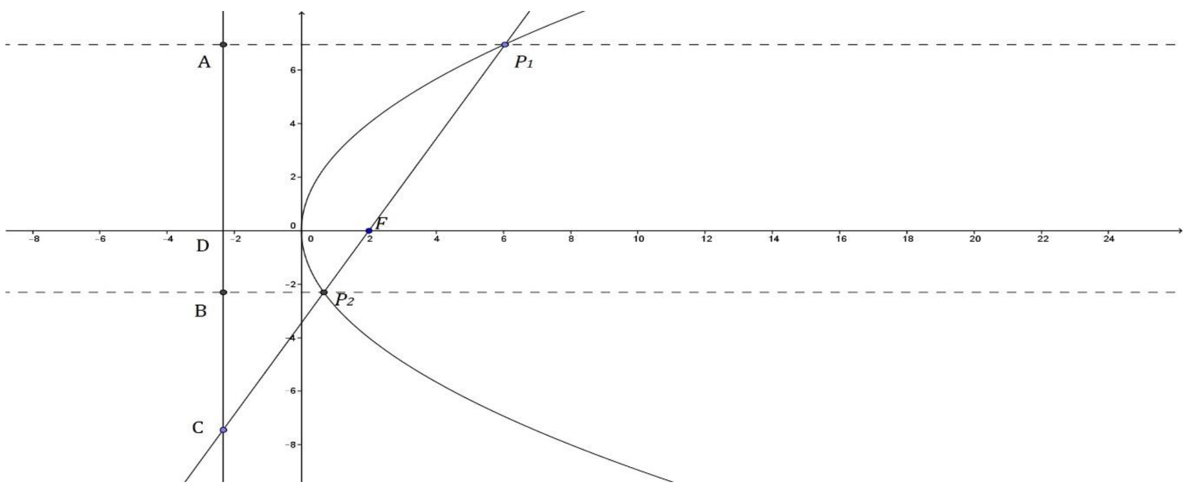

Figura 1: Figura de análisis del ejercicio 5

Como se ha podido apreciar el indicador flexibilidad es uno de los indicadores de más alto potencial desarrollado por los estudiantes. Si bien pudiera seguir perfeccionándose en dos estudiantes de la muestra, se puede plantear que la asignatura desde su enfoque interdisciplinar, al estrechar vínculos entre el Álgebra y la Geometría, incentiva el pensamiento flexible en los estudiantes.

Otro indicador de la creatividad analizado en la investigación es la *elaboración*, definida como “la capacidad para desarrollar o perfeccionar una idea o producción original alcanzando niveles de complejidad y detalle” (Solaz y Piquet, 2017, p.202). En la respuesta de un problema hay presencia de este indicador si se expone de forma pausada y precisa cada uno de los pasos del razonamiento hasta obtener la solución final del ejercicio.

Una condición indispensable en el examen para considerar correcta la solución de un ejercicio era el nivel de elaboración de la respuesta. Por supuesto, que al tener esta advertencia de antemano todos los aspirantes al premio lograron altos niveles de elaboración.

Las preguntas 8, 9 y 10 medían el nivel de *análisis* como otro de los indicadores de creatividad planteado por la literatura. El análisis es considerado como la "capacidad para estudiar una realidad determinando los límites del objeto, criterios de descomposición del todo, determinar las partes del todo y tratar cada parte por separado para así descubrir nuevos sentidos y relaciones entre los elementos del conjunto" (Solaz y Piquet, 2017, p.202).

En estos ejercicios el estudiante debía representar una región del plano en el ejercicio 8 y un sólido en el espacio en el caso de los ejercicios 9 y 10 a partir de un procedimiento que permite dividir la figura geométrica en las partes que la forman y analizar las interrelaciones que existen entre cada una de esas partes.

Solo un estudiante fue capaz de resolver correctamente el ejercicio 9 y 10, y ninguno respondió excelentemente el ejercicio 8. Este resultado evidencia que el indicador análisis es un indicador que debe potenciarse desde otras asignaturas en estos estudiantes, así como para cursos venideros de la asignatura proyectar un grupo de tareas que exijan de su aplicación.

El indicador *síntesis* es definido como la "capacidad para comparar las partes entre sí, rasgos comunes y diferencias, y descubrir nexos entre las partes para elaborar conclusiones acerca de un nuevo todo" (Solaz y Piquet, 2017, p.202).

Solo se evidenció significativamente en la pregunta 7 donde el estudiante se dio a la tarea de deducir ecuaciones de lugares geométricos no trabajados en clases. Los resultados fueron muy similares a los del indicador *análisis* pues solo un estudiante respondió correctamente esta pregunta.

En la siguiente tabla se resume el comportamiento de cada uno de los indicadores analizados por estudiantes.

Tabla 1: Análisis de los indicadores de creatividad por estudiante

Estudiantes	Originalidad	Flexibilidad	Elaboración	Análisis	Síntesis
MQM	Medio	Alto	Alto	Medio	La posee
AMM	Bajo	Medio	Alto	No lo posee	No la posee
EDG	Medio	Alto	Alto	No lo posee	No la posee
EPR	Bajo	Medio	Alto	No lo posee	No la posee

En el caso del estudiante MQM existe una tendencia a poseer la categoría de Alto en la mayoría de los indicadores, aunque se considera que pueden ser perfeccionados los indicadores de originalidad y análisis. El estudiante EDG muestra un alto potencial creativo en problemas donde tiene que hacer uso de la flexibilidad y la elaboración, pero debe trabajar por desarrollar aún más el resto de los indicadores. En el caso de los estudiantes AMM y EPR deben potenciar su desarrollo en prácticamente todas las componentes.

Conclusiones

Los exámenes de premio constituyen instrumentos especiales para medir el potencial creativo de los estudiantes más talentosos de un grupo. Un análisis de este tipo facilita el proceso de toma de decisión sobre qué tipo de examen puede ser premiado con un primer, segundo o tercer lugar.

En el presente estudio se evidenció que existen estudiantes que prefieren resolver problemas empleando técnicas que denotan más originalidad que flexibilidad o viceversa, lo cual corrobora el planteamiento que el desarrollo creativo del individuo es un rasgo personológico.

Además, se apreció que la asignatura Geometría Analítica potencia el desarrollo de los indicadores originalidad, flexibilidad y elaboración, pero que en cursos venideros se debe trabajar por que los estudiantes desarrollen los indicadores de análisis y síntesis.

Referencias bibliográficas

Armada Arteaga, L., Arteaga Valdés, E., y Del Sol Martínez, J. L. (2016). El desarrollo de la creatividad en la enseñanza de la Matemática. El reto de la educación Matemática en el siglo XXI. Revista Conrado, 12(54), 84-92.

Callejo, M. L. (2003). Creatividad matemática y resolución de problemas. Sigma: revista de matemáticas = matematika aldizkaria, (22), 25-34.

Duarte Briceño, E., Díaz Mohedo, M. T., & Osés Bargas, R. M. (2012). Solución creativa de problemas en la educación superior: significado y creencias. Enseñanza e Investigación en Psicología, 17(2), 243–261.

MES. (2018). Resolución No. 02 /18.

Polya, G. (1965). Cómo plantear y resolver problemas. México: Trillas.

Solaz, A. M., y Piquet, J. D. (2017). Estudio de indicadores de creatividad matemática en la resolución de problemas. RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, 20(2), 4.

Torres Pérez, L. (2008). Estrategia dirigida a la preparación metodológica de los maestros en formación de la educación primaria para la estimulación de la creatividad en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. (Tesis en opción del título académico de Máster en Ciencias de la Educación). Instituto Superior Pedagógico «Félix Varela».

Vargaz, C. Y. C., Cárdenas, E. G. C., Flores, W. F. E., & abarca Cedeño, M. S. (2014). Relación entre creatividad y habilidad para solución de problemas matemáticos. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa, 1(1).